

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТВЕРЖДЕНИЯ РЕМОНТНОЙ НАКЛАДКИ НА ТРУБОПРОВОДЕ

Сукиасов В.Г.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Объектом исследования является фрагмент трубопровода с композитным бандажом, смонтированным методом влажной укладки. Выполнено моделирование процесса разогрева наклейки и прилегающей области трубопровода в ходе полимеризации связующего, а также последующего остывания с учетом эффекта стеклования. Численный анализ взаимодействия трубы и наклейки основан на осесимметричной конечноэлементной модели, показанной на рис.1. Симметрия позволяет рассматривать половину длины отремонтированного фрагмента трубы.



Рисунок 1. Конечноэлементная модель трубы с бандажом

Разогрев вследствие тепловыделения в материале бандажа моделируется посредством переходного термического анализа при наличии внутреннего источника. Его мощность пропорциональна скорости полимеризации, которая описывается кинетическим уравнением $\dot{\eta} = f(\eta, T)$, где $\eta \in [0,1]$ – глубина конверсии, безразмерный параметр, характеризующий степень завершенности процесса. Для приближенного описания зависимости скорости реакции от температуры построена аппроксимация, согласующаяся с известными экспериментальными и теоретическими данными. Теплофизические свойства композита найдены для двунаправленно армированного материала на основе правила смесей. Остывание отремонтированной трубы моделируется посредством переходного термического анализа без внутренних источников. На этой стадии происходит фазовый переход полимерной матрицы из гелеобразного состояния в стеклообразное, с резким изменением характеристик, которое моделируется ступенчато-линейной зависимостью. Из-за неоднородности температурных полей стеклование происходит неравномерно и носит фронтальный характер. Положения фронта стеклования для некоторых моментов времени от начала остывания, показаны на рис. 2.



Рисунок 2. Ход процесса стеклования композитной наклейки